


[English](#)
Solar-Report
[Diese Seite drucken](#)
[Branche](#) [Bücher](#) [Geld](#) [Impressum](#) [Initiative](#) [Lexikon](#) [Pinnwand](#) [Service](#) [Solar-Magazin](#) [Solarstore](#) [Termine](#) [Wissen](#)

Solar-Magazin

- . [Solar-Report](#)
- . [Solar-News](#)
- . [Solar-Links](#)
- . [Anlage / Produkt des Monats](#)
- . [Solarserver-Standpunkt](#)
- . [Akteure](#)
- . [Solar-Interviews](#)
- . [Archiv:](#)
 - . [Solarstrom](#)
 - . [Solarwärme](#)
 - . [Solares Bauen](#)
 - . [Bioenergie](#)
 - . [Brennstoffzelle](#)
 - . [Nachrichten](#)
- . [Ihr Vorschlag](#)

Solar-Reports:

- . [Konzentrator-Photovoltaik: neue deutsche Technologie für effiziente Solar-Kraftwerke](#)
- . [Studie zum Potenzial der Erneuerbaren in den Bundesländern](#)
- . [Große Photovoltaik-Kraftwerke: 100 % durchschnittliches Wachstum seit 2005](#)
- . [100 Prozent Erneuerbare: Solar-Konferenz diskutiert Projekte und Perspektiven](#)
- . [Forschungsagenda liefert eine Vision für die Photovoltaik in Europa](#)
- . [Internationalisierung des Marktes für Holzpellets in schwierigem Umfeld](#)
- . [Organische Photovoltaik: Solarstrom aus hauchdünnen Farb- und Kunststoff-Folien](#)



Konzentrator-Photovoltaik bringt die Sonne auf den Punkt: neue deutsche Technologie für effiziente Solar-Kraftwerke

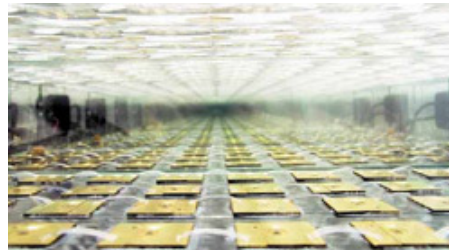
von Rolf Hug
17.04.2008

Die Idee ist verblüffend einfach und nicht ganz neu: Gebündeltes Sonnenlicht wird auf Solarzellen fokussiert, deren Wirkungsgrad durch die stärkere Sonneneinstrahlung steigt. Ansätze, mit konzentrierter Sonnenstrahlung zu arbeiten, gibt es in der Photovoltaik schon seit etlichen Jahren. Der kommerzielle Durchbruch blieb jedoch bislang aus. Zwar ist für Konzentrator-Systeme im Vergleich zu klassischen Solarstromanlagen grundsätzlich eine aufwändige Nachführung ("Tracking") erforderlich, da die hoch konzentrierenden Module nur direktes Sonnenlicht in Strom umwandeln können. Aber die preisgünstigen optischen Systeme (Spiegel oder Linsen) verstärken das Sonnenlicht bis zu 1.000-fach und bei der Herstellung der Solarzellen kann viel Material eingespart werden. Attraktive Solarstrom-Einspeisevergütungen und weiter entwickelte Technologien machen die Konzentrator-Photovoltaik (CPV) mittlerweile auch wirtschaftlich interessant, besonders im sonnigen Süden Europas oder in den Wüsten der USA und Nordafrikas. Beispiele für diese viel versprechende Technologie sind die Systeme von Concentrix Solar und Archimedes Solar (Deutschland), Isofoton (Spanien), von SolFocus und Amonix in den USA sowie Solar Systems (Australien).

Solar-Report als [PDF-Dokument](#)

Suche im Solarserver





Links: Konzentrator-Photovoltaiksysteme von Concentrix in Puertollano (Spanien). Rechts: Fresnel-Linsen bündeln Sonnenlicht fast 500-fach auf Solarzellen. Bildquelle: Concentrix Solar GmbH.

In Spanien koordiniert das Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentracion (ISFOC) den Bau der ersten größeren CPV-Solarkraftwerke in Europa an verschiedenen Standorten in der Provinz Castilla La Mancha mit insgesamt 3 Megawatt Nennleistung. Ziel des ersten Bauabschnitts sind 1,7 MW; die ersten Systeme sind bereits aufgestellt. Die Concentrix Solar GmbH (Freiburg) hat im Februar achtzehn CPV-Systeme mit einer Leistung von jeweils 5,75 Kilowatt (kWp) in Puertollano für den Netzanschluss vorbereitet. Concentrix ist damit das erste Unternehmen, das im Rahmen des ISFOC-Projekts eine vollständige 100 kW-Kraftwerkseinheit fertig gestellt hat. Insgesamt will das Freiburger Unternehmen 500 kW in Puertollano installieren.



Links: FLATCON®-System von Concentrix in Spanien. Rechts: ARCHIMEDES-Systeme im Testfeld "Widderstall". Fotos: Concentrix Solar GmbH / W. Breuer (links); ARCHIMEDES Solar GmbH (rechts)

Concentrix - ein Spin-Off des Freiburger Fraunhofer Instituts für solare Energiesysteme ISE - setzt auf Fresnel-Linsen, die das Sonnenlicht fast 500-fach konzentrieren, und die am ISE entwickelten Hocheffizienz-Solarzellen (III-V-Stapelsolarzellen aus Galliumindiumphosphid, Galliumarsenid und Germanium). Die aus dem Stuttgarter Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) hervorgegangene ARCHIMEDES Solar GmbH verwendet für ihre zwei- bis zehnfach konzentrierenden Module preisgünstige Spiegel (Parabolrinnen- beziehungsweise V-Trog-Konzentratoren) und steigert den Wirkungsgrad herkömmlicher Silizium-Solarzellen zusätzlich durch passive Kühlung der Solarzellen. Der Solar-Report 4/2008 skizziert die Geschichte der Konzentrator-Photovoltaik, neue Konzepte und Systeme sowie die Perspektiven der Technologie.

Vom Labor bis zum Großkraftwerk in der Wüste

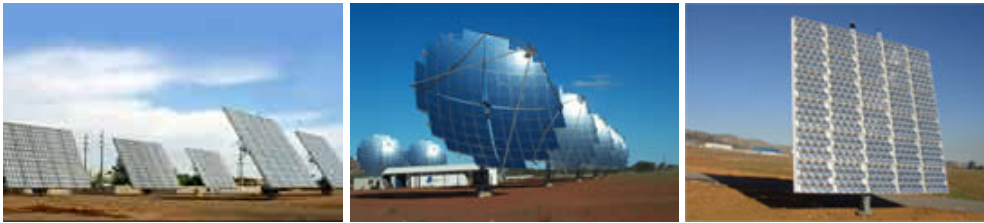
Bereits im Jahr 1976 realisierten die Sandia Labors in den USA ein erstes 1 kW-CPV-System, kommerzielle Systeme sind seit den 1990er Jahren des vergangenen Jahrhunderts am Markt. Das australische Unternehmen "Solar Systems" fokussiert die Sonnenstrahlen mit so genannten Dish-Reflektoren auf die Solarzellen. Die "Solar-Schüsseln" (dishes) bestehen aus 121 gewölbten Spiegeln in einem Stahlrahmen; sie bündeln die Sonnenstrahlung 500-fach und werden dem Lauf der Sonne nachgeführt. Eine erste "Concentrator Dish Power Station" mit zehn Konzentrator-Einheiten und insgesamt 220 Kilowatt Leistung erzeugt seit 2003 im Bundesstaat South Australia elektrischen Strom. Im Nordwesten von Victoria soll ein 154 Megawatt-Kraftwerk entstehen.

Raum für Innovationen:
Bannerwerbung im
Großformat, 3 Monate
für 900 Euro.

Jetzt buchen:
07071/93871-01

Heizkosten
online ~~CO₂~~
überprüfen!



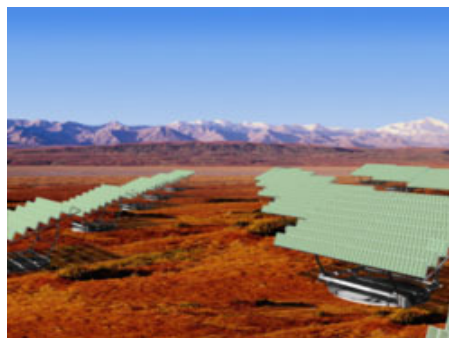
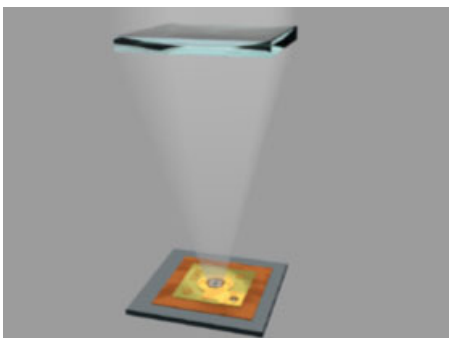


CPV-Systeme von Amonix, Solar Systems und SolFocus: Fotos: Amonix, Solar Systems; SolFocus

Kleiner fällt ein Vorhaben des US-amerikanischen Unternehmens Amonix in Colorado mit sieben bis zehn Megawatt aus. Amonix erzielte 1994 mit einer kommerziellen Rückseitenkontaktsolarzelle einen Wirkungsgrad-Weltrekord von 25.5%. Auch das Konzentrator-System aus den USA schafft es, das Sonnenlicht 500-fach zu konzentrieren - mit Fresnel-Linsen aus Kunststoff, die das Licht auf die Solarzellen bündeln. Durch die Konzentration wird die Menge des notwendigen Silizium annähernd um den gleichen Faktor reduziert, um den das Licht gebündelt wird. Das bedeutet, dass eine extrem kostengünstige optische Linse aus Kunststoff das relative teure Silizium ersetzen kann.

Erste CPV-Großkraftwerke in Europa

An dem ambitionierten 3 MW-Projekt von ISFOC in Castilla La Mancha arbeiten Concentrix, Isofoton (Spanien) und SolFocus (USA), die bereits in der ersten Ausschreibungsrunde einen Zuschlag erhielten. In einer zweiten Ausschreibung Ende 2007 erhielten vier weitere Unternehmen den Zuschlag für das CPV-Kraftwerksprojekt in Kastilien: Concentración Solar La Mancha (Spanien), Emcore (USA), Arima Eco (Taiwan) und Sol3G (Spanien). CPV-Kraftwerke an sonnenreichen Standorten, mit einer Vielzahl von Trackern, die jeweils mit mehreren hundert Modulen ausgerüstet werden, sind längst keine Vision mehr, sondern eine Option für die Solarstromproduktion der Zukunft.



Bildunterschrift: Winzige Solarzellen in riesigen Kraftwerken: Eine Fresnel-Linse konzentriert das Sonnenlicht auf eine Konzentrator-Solarzelle (links); Simulation eines Konzentrator-PV-Kraftwerks. Quelle: Fraunhofer ISE

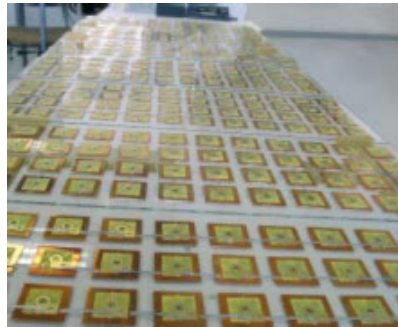
CONCENTRIX: Wettbewerbsfähiger Solarstrom aus winzigen Weltrekord-Solarzellen und hoch konzentriertem Sonnenlicht

Zentrum einer Photovoltaik-Solarzelle ist ein Halbleiterkristall, in dem durch Lichtzufuhr Ladungsträger freigesetzt werden und auf diese Weise Solarstrom produziert wird. Mehrere Solarzellen werden dann zu Modulen mit Leistungen von einigen 100 Watt zusammengeschaltet, aus denen wiederum photovoltaische Großanlagen aufgebaut werden. Die am Fraunhofer ISE entwickelten FLATCON®-Module, verbinden hoch effiziente Solarzellen mit kostengünstiger Modul- und Linsentechnologie.

Mit III-V-Solarzellen sind Modulwirkungsgrade von bis zu 28% möglich

"Konzentrator-Photovoltaiksysteme haben das Potenzial, die

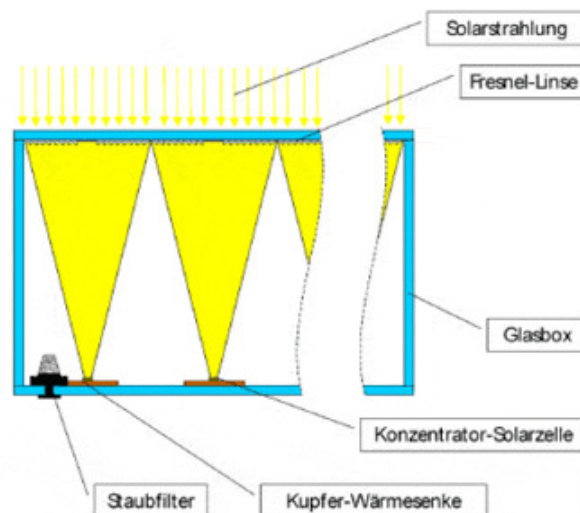
Stromgestehungskosten für große Kraftwerkseinheiten an sonnenreichen Standorten erheblich zu senken", betont Concentrix-Geschäftsführer Hansjörg Lerchenmüller, der für das Unternehmen im Januar 2008 den 28. Innovationspreis der Deutschen Wirtschaft entgegennehmen durfte. Vor dem entscheidenden Durchbruch stehe die Konzentrator-Technologie nicht zuletzt deshalb, weil bei hocheffizienten Solarzellen auf der Basis von III-V-Halbleitern große Fortschritte hinsichtlich des Wirkungsgrads erzielt wurden. Andreas Bett, Abteilungsleiter am Fraunhofer ISE und einer der Ideengeber für die FLATCON®-Technologie, sieht ein hohes Potenzial in der Entwicklung der Modulwirkungsgrade: "Prototypen liegen bereits heute bei 23%. Mit unserer jüngst entwickelten 35%-Zelle halten wir sogar Modulwirkungsgrade von bis zu 28% für möglich."



Links: Monolithische GaInP/GaInAs-Solarzelle mit einem Wirkungsgrad von 32,0 % (Quadrat in der Bildmitte). Rechts: Solarzellen-Empfängermodule für das FLATCON™ Konzentratormodul. Die Zellen mit einem Durchmesser von 2 mm sind geeignet für eine 500fache Sonnenbestrahlung und werden auf Kupferbleche verlötet. Diese werden präzise auf einer Glasplatte verklebt, damit sie sich stets im Brennpunkt einer Fresnel-Linse befinden. Quelle: Fraunhofer ISE.

Fünfhundert Mal Sonne auf 0,031 Quadratzentimeter "große" Solarzellen

Das FLATCON®-Modul besteht aus einer Linsen- und einer Bodenplatte, die über einen Stahlrahmen miteinander verbunden werden. An der Oberseite konzentrieren 4 x 4 cm² große Fresnel-Linsen das Sonnenlicht nahezu 500-fach und lenken es auf die an der Unterseite angebrachten Hochleistungszellen von ca. 2 mm Durchmesser, die das Sonnenlicht direkt in elektrische Energie umwandeln. Die Module werden zweiachsig der Sonne nachgeführt, damit der Brennpunkt der Linse jederzeit den aktiven Bereich der Solarzelle trifft. Die FLATCON®-Module sind so konstruiert, dass sie mit derselben Zuverlässigkeit und Langlebigkeit arbeiten wie die etablierten Module der Silizium-Technik. Das einfach gehaltene Design und die Ausnutzung gut beherrschter Produktionstechnologien stellen laut Concentrix sicher, dass qualitativ hochwertige Module kostengünstig produziert werden können.



Funktionsskizze zur FLATCON®-Technologie. Foto Concentrix Solar GmbH. Grafik: Fraunhofer ISE

Ein FLATCON®-System besteht aus einer Vielzahl von einzelnen Modulen, die auf einem Tracker installiert sind. Mit der industriellen Massenproduktion, zielt die Concentrix Solar GmbH vor allem auf größere Kraftwerkseinheiten von 1 MW bis 10 MW in sonnenreichen Regionen, denn die Stromgestehungskosten für FLATCON®-Kraftwerke sind stark abhängig vom Standort beziehungsweise von der verfügbaren Solarstrahlung. An Orten mit Einstrahlungsverhältnissen wie in München, Freiburg oder Paris kann das FLATCON®-System nicht mit den fest aufgestellten Flachmodulen der Silizium-Photovoltaik konkurrieren. Für Standorte in Südeuropa jedoch sind die solaren Stromgestehungskosten für die Konzentrator-Technologie günstiger als für die herkömmliche Alternative.

Mehr als 20 % Kostenvorteil angestrebt

Eine Kostenanalyse von Concentrix ergab, dass an guten Standorten in Spanien mit einem Kostenvorteil von über 15 % zu rechnen ist. In Regionen mit höherem Direktstrahlungsanteil wie den Wüsten in Nordafrika oder in den USA steigt der errechnete Kostenvorteil sogar auf über 20 %. Concentrix beziffert die energetische Amortisationsdauer der Systeme mit weniger als einem Jahr, das heißt, dass sie in dieser kurzen Zeit mehr Solarstrom produzieren, als die Energiemenge, die zu ihrer Herstellung benötigt wurde. Kostenvorteile ergeben sich aus der Reduktion der aktiven Solarzellenfläche und dem geringeren Verbrauch an Halbleitermaterial. Die hohen Modul- und Systemwirkungsgrade ermöglichen einen geringeren Flächenverbrauch beim Bau von Kraftwerken.

Mehrere Demo-Systeme von Concentrix mit bis zu 5 kW wurden u. a. in Zypern, Spanien und Freiburg installiert. Zur Herstellung der Konzentrator-Module betreibt Concentrix eine Pilot-Produktionslinie am Standort Freiburg mit einer nominalen Produktionskapazität von 1 MW. Im Sommer 2008 will Concentrix eine 25 MW-Linie in Betrieb nehmen und damit diese neue Photovoltaik Technologie in die kommerzielle Serienfertigung führen.

ARCHIMEDES: PV-Systeme mit kleinen Konzentrationsfaktoren und besonders niedrigen Systemkosten

Höchst effiziente Solarmodule zur Stromerzeugung, bei denen zugleich der kostenintensive Siliziumanteil reduziert wird, will die im Januar 2008 neu gegründete ARCHIMEDES Solar GmbH mit Sitz in Stuttgart in den Markt einführen. Das Unternehmen ist ein Spin-Off des renommierten Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). Die Konzentrator-Technologie für die ARCHIMEDES-Systeme wurde von dem Diplom-Ingenieur Fritz Klotz während seiner langjährigen Tätigkeit im ZSW entwickelt und patentiert. Sie arbeitet mit preisgünstigen Spiegeln, die das Sonnenlicht zwei- bis zehnfach konzentrieren (Parabolrinnen/V-Trog-Konzentrator). Zum Einsatz kommen herkömmliche Silizium-Solarzellen.



ARCHIMEDES PV-Konzentrator. Foto: ARCHIMEDES Solar GmbH.

Spiegel sind billiger als Solarzellen

Bei den ARCHIMEDES PV-Konzentratoren bündeln Reflektor-Spiegel die einfallenden Sonnenstrahlen auf Solarzellen in der Fokuslinie des Kollektors. Dadurch reduziert sich der Anteil an teuren Solarzellen, die Spiegelfläche ist deutlich billiger als die Modulfläche. Beim ARCHIMEDES IVT wird nur die Hälfte der von der Sonne beschienenen Fläche (Aperturfläche) mit Solarzellen bestückt und das Sonnenlicht zweifach konzentriert. In dem System ARCHIMEDES IVT mit zweifacher Konzentration wird durch die seitlichen Flachspiegel neben der Direkteinstrahlung auch ein großer Teil der diffusen Sonneneinstrahlung genutzt. Hoch reflektierende Spiegel, eine präzise einachsige Nachführung sowie eine effiziente passive Kühlung charakterisieren das universell einsetzbare System zur Gewinnung von kostengünstigem Solarstrom. Die Nachführung nach dem Sonnenstand erfolgt durch den weltweit einmaligen, patentierten thermohydraulischen Antrieb ARCHIMEDES THA.



Foto: ARCHIMEDES IVT (links) mit schwacher (zweifacher) Konzentration und ARCHIMEDES IPT (rechts) im Testfeld "Widderstall".

Der ARCHIMEDES IPT entstand auf der Basis einer Entwicklung des ZSW. Das thermohydraulisch nachgeführte, gekoppelte Parabolrinnen-Lamellensystem konzentriert das Sonnenlicht zehnfach: die Solarzellenfläche wird auf diese Weise deutlich reduziert. Ein strukturierter Modulboden aus stranggepresstem Aluminium ermöglicht die passive Kühlung der Solarzellen, der Reflektorträger dient gleichzeitig als Halterung für die Solarzellen.

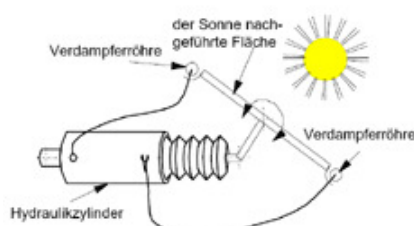
Die Schlüsselidee zur Vereinfachung und Kostensenkung des gesamten Solarsystems, die den ARCHIMEDES Solarmodulen zugrunde liegt, ist die Integration kostengünstiger, massenproduzierbarer Strangpressprofile aus Aluminium in allen Funktionsbereichen: Der IPT dient als Träger der Solarzellen, als Reflektor/Spiegel, zur passiven Kühlung sowie als tragende Struktur.

Thermohydraulische Nachführung mit Sonnenenergie

Zur Nachführung wird ebenfalls ARCHIMEDES THA verwendet. Diese ist energieautark - sie benötigt weder eine Stromversorgung noch eine Steuerelektronik - die Nachführung bezieht ihre Energie direkt von der Sonne und richtet sich selbstständig nach ihr aus. Der Antrieb der THA besteht aus zwei Verdampferrohren und einem doppelwirkenden Stellzylinder (s. Abb.).



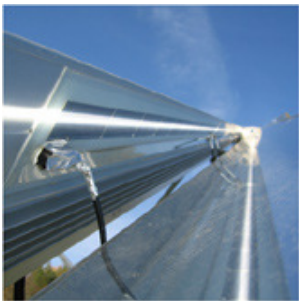
Thermohydraulische Solarnachführung



Thermohydraulische Nachführung in Stuttgart Bad Cannstatt; Funktionsprinzip. Foto und Grafik: ARCHIMEDES Solar GmbH

Die Verdampferrohre sind jeweils an einer Seite der nachzuführenden Modulfläche angebracht. Als Arbeitsmedium dient eine leicht zu verdampfende Flüssigkeit. Der Druck in jeder Verdampferrohre ist direkt von der Temperatur abhängig. Ist die nachzuführende Fläche nicht optimal zur Sonne ausgerichtet, werden die Verdampferrohre unterschiedlich stark bestrahlt: ein Temperatur- und Druckunterschied entsteht, der den Kolben des Zylinders bewegt. Der Kolben bewegt das Modul so lange, bis ein Kräftegleichgewicht und damit die gleichmäßige Bestrahlung beider Röhren gegeben ist.

Mit der ARCHIMEDES THA in extremer Leichtbauweise, können laut Hersteller Systemspannungen bis zu 1.000 Volt realisiert werden. Das System ist zudem für Windgeschwindigkeiten bis zu 150 km/h ausgelegt und somit auch bestens für windstarke Gebiete geeignet. Dank der Dreiecksform werde der Materialeinsatz gegenüber der gängigen Rechtecksform erheblich gesenkt. Das flächenspezifische Gewicht ohne Module wurde laut ARCHIMEDES durch die Aluminiumkonstruktion um ein Vielfaches minimiert: im Vergleich zu konventionellen Anlagen, die 30 Kilogramm pro Quadratmeter wiegen auf beachtliche 10 kg/m². Das sorgt sowohl für geringere Kosten bei der Montage als auch beim Transport. Durch die Dreiecksform sei eine Montage auch in schwierigem Gelände wie beispielsweise auf felsigen Gebirgshängen möglich. Das senke die Kosten für die Bodenvorbereitung und erschließe für die Energiegewinnung bisher nicht nutzbare Flächen.



ARCHIMEDES-PV-Konzentrator; Pumpsystem mit ARCHIMEDES-System auf Kreta.
Fotos: ARCHIMEDES Solar GmbH

Bis zu 58 % höherer Solarstrom-Ertrag

Einsatzgebiete für die ARCHIMEDES-Systeme sind wie bei den hochkonzentrierenden Systemen in erster Linie Freiflächen-Solarkraftwerke. Aber auch in der Industrie (als Dachelemente zum langjährigen Betrieb) sowie als gebäudeintegrierte Fassadenelemente in der Architektur BIPV (Building Integrated Photovoltaics) sollen die Systeme eingesetzt werden. Die hochwertigen Reflektorspiegel der Konzentrator-Konstruktionen in Verbindung mit hoch effizienten Solarzellen gewährleisten nach Angaben des Unternehmens eine hohe Energieausbeute der Systeme und auch deren Langlebigkeit - selbst in Wüsten- und Küstenregionen. So wurden in der Freiflächen-Testanlage "Widderstall" des ZSW auf der Schwäbischen Alb ein Strahlungszugewinn von 55 % und ein Energiezugewinn von 45 % im Vergleich zu einem fest installierten PV-Generator erzielt. An einem Standort in Süditalien ist der errechnete solare Strahlungszugewinn sogar 70 % höher als jener einer nicht nachgeführten Anlage und der Solarstrom-Ertrag wächst um 58 %.

Bei einer industriellen Fertigung der Archimedes-Systeme rechnet das Unternehmen mit rund 40 % Kostenvorteil gegenüber festen Systemen und Modulkosten von 3,5 € je Watt Leistung. Im zweiten Quartal 2008 sollen die ersten Demo-Installationen in Betrieb gehen.

High-tech aus Deutschland in der industriellen Produktion

Die FLATCON-Technologie von Concentrix und die ARCHIMEDES-Systeme demonstrieren, wie innovative deutsche Forschungs- und Entwicklungsinstitute wie das Fraunhofer ISE und das ZSW die Solartechnik voranbringen und junge Unternehmen sie zur Marktreife bringen. Dass die kommerzielle Produktion

Anzeigen

[Nachrichten](#)

Aktuelle Nachrichten online
- epochtimes.de

[Altenpflege](#)

Humanis Altenpflege -
Pflegedienst und
Seniorenbetreuung.

[Übersetzung Deutsch](#)

[Englisch](#)

Übersetzung Deutsch Englisch
leicht gemacht mit Lingo24.

[Pauschalreisen](#)

Travel24 ist der Fachmann
für Pauschalreisen &
Urlaubsreisen.

erfolgreich möglich ist, belegt eine weitere aus dem ZSW hervorgegangene Entwicklung: bereits 2006 gelang dem Forschungsinstitut mit dem Industriepartner Würth Solar die erste industrielle Großproduktion von CIS-Dünnschichtsolarmodulen.



Links: Solarmodul-Fabrik "CISfab" in Schwäbisch Hall (Kapazität: 200.000 CIS-Solarmodule. Rechts: Indach-Solarstromanlage mit CIS-Modulen von Würth Solar.
Fotos: Würth Solar

Der Solarserver - Ihr Internetportal zur Sonnenenergie:

[Archiv](#) [Bannerwerbung](#) [Behörden](#) [Berichte](#) [Bücher](#) [Brennstoffzelle](#) [Einkaufen](#) [Fachkräfte](#) [Fachliteratur](#) [Firmen](#)
[Förderung](#) [Forschung](#) [Geschenke](#) [Initiativen](#) [Interviews](#) [Links](#) [Medien](#) [Messen](#) [Nachrichten](#) [Nachschlagen](#)
[Photovoltaik](#) [PV-Rechner](#) [Ratgeber](#) [Service](#) [Software](#) [Solaranlagen](#) [Solarthermie](#) [Stellenangebote](#)
[Veranstaltungen](#) [Verbände](#)

[Branche](#) [Bücher](#) [Geld](#) [Impressum](#) [Initiative](#) [Lexikon](#) [Pinnwand](#) [Service](#) [Solar-Magazin](#) [Solarstore](#) [Termine](#) [Wissen](#)

[nach oben](#)

Letzte Änderung: 14:15 17.4.2008

[Webdesign Heindl Internet AG](#)